

出國報告(出國類別:洽公)

(參訪 MERT 爐管製造廠家-KUBOTA 公司及
燃燒器製造廠商 John Zink 公司)

服務機關:台灣中油股份有限公司石化事業部

姓名職稱:李坤忠(經理)、周俊宏(工程師)

派赴國家:日本

出國期間:107.4.8~107.4.14

報告日期:107.5.8

摘要

因應如何延長四輕組裂解工場裂解爐之操作週期、降低生產成本以及提高乙烯產量，赴日本參訪 MERT 爐管製造廠家-KUBOTA 公司及燃燒器製造廠商 John Zink 公司，瞭解 MERT 爐管的性質與構造，探討 MERT 爐管如何降低爐管表面溫度、減緩結焦及增加操作週期的原理，討論安裝施工與後續檢修方面與一般的爐管有何差異，並針對裂解爐爐管 SRT-VI 型式更換成 MERT 的結果進行分析與討論，並研討修改過程中可能會遇到問題。討論裂解爐燃燒器 Burners 更改成 Low NOx Burners 的影響。

目 次

章節

壹、目的	4
貳、過程	4
參、具體成效	15
肆、心得	16
伍、建議	17

壹、目的

本公司四輕組裂解工場至今已操作達 30 年以上，近幾年不斷在各項設備(包含泵浦、塔槽、熱交換器、塔盤、馬達、管線以及分析儀器…等)上進行更新，在工安、環保、節能、效率、維修及操作便利性等各方面都能有所改善。而進行一項變更設計之前須做好完整的事先評估，從各個觀點(材質、尺寸、重量、操作、維修、壽命及成本等)去分析可能造成的影響，是否值得進行此次的更換。在之前的「四輕裂解爐管升級計畫」中將四輕組裂解工場裂解爐輻射區爐管由 SRT-III 型式更換為 SRT-VI 型式，提昇裂解爐效率達到降低能耗，進而降低生產乙烯的成本，增加競爭力。此次則對於如何延長裂解工場裂解爐之操作週期、降低生產成本以及提高乙烯產量，赴日本參訪 MERT 爐管製造廠家-KUBOTA 公司及燃燒器製造廠商 John Zink 公司，實地瞭解設計、製造與施工品質管制，進而學習相關之製造與維修經驗。

貳、過程

一、參訪 John Zink 公司

(一)、公司簡介：

John Zink Hamworthy Combustion (JZHC)在「燃燒」這一領域是相當有名氣，可以說是居世界領導地位的公司，該公司總部位於美國奧克拉荷馬州 Tulsa 城市，在 1989 年被 KOCH 收購成為 KOCH 工業集團的一部份。JZHC 總共有 3 個在業界最大最先進的研發設施，分別位於美國奧克拉荷馬州 Tulsa 城市、英國 Poole 城市及盧森堡 Dudelange 城市。JZHC 以燃燒技術起家，由於氮氧化合物、一氧化碳和其他污染物的排放標準變得越來越嚴格，為了符合環保法規的要求，在排放控制這方面提出了一些解決方案，從以下幾個部分著手分別是 Ultra-low NOx burners、Flameless combustion、Flue gas recirculation (external or in-furnace)、Flue gas reheat、Steam and water injection systems、SCR(Selective Catalytic Reduction 及 Oxidation catalyst。

JZHC 公司在煉油與石化產業使用最普遍的產品則為 Burners 與 Flares，公司分布於全球 51 個國家位於北美洲、南美洲、亞洲、歐洲、澳洲以及非洲等地區，擁有的 1,100 的專利中有 250 多項是美國專利，並且透過該公司 John Zink InstituteSM (JZ 學院)培育出成千上萬的專業人員。

(二)、John Zink InstituteSM(JZ 學院)：

John Zink InstituteSM 為 JZHC 設立出來培育專業人士的一個機構，提供經過世界上最知名的工程師和教育學者所認證的燃燒課程，從課堂介紹到實地動手操作讓參與人員在這個環境中學習與互相交流。JZ 學院成立的宗旨是為了將理論與實務面做一個結合，讓參與人員的能力在實務運用上有所提升。

JZ 學院在石化、煉油、發電及探勘等各行各業都有對應的課程，有些課程是須先修習某些課程才能參與，上課語言基本上以英語為主，少數為德語。上課地點大多數在美國總部奧克拉荷馬州 Tulsa 城市，少數在盧森堡，有一些是提供線上課程，上課內容也可以依我們實際的設備與操作狀況制定。在石化的領域提供下列課程：

Process Flare Operations、Cracking Furnaces-Reaction and Combustion

Fundamentals、Process Burner Theory、Process Burner Operations、Process

Burner Fundamentals 及 Furnace Refractory Fundamentals。在這些課程中可以提出

實際上遇到的操作問題或狀況，大家彼此互相交流分享經驗，學習更有效率的操作與故障排除，適合設計、操作與維修單位的人員參與。

(三)、Featured Burners 簡介：

在現今環保法規越趨嚴格的要求下，允許的排放標準也將越來越嚴苛，為了減少 NO_x、VOCs 與 CO 的排放量又不影響到工廠的煉量，勢必要從設備改善方面進行著手，對此 JZHC 提出一些 Low NO_x Burners 來解決煉油與石化工業共同面臨到的挑戰。

1. COOLstar Burner：具有超低氮氧化合物的性能，安全、容易操作及最佳的性能表現是當初其設計的重點，並且具有較少的維修。

2. Rapid Mix Burner：低於 5ppm 的 NO_x (10mg/Nm³)、少於 50 ppm CO (62 mg/ Nm³)、少於 3 ppm VOC (2mg/Nm³)。

3. LPMW Burner：超低氮氧化物輻射牆燃燒器在性能與維修便利性上取得了一個最佳的平衡點，適用於乙烯工廠。

4. ECOjet Burner：採用了多年的燃燒經驗與最新的 CFD 模擬技術來達到超低的氮氧化物排放，同時提供極其穩定的火焰、較高的操作範圍與較少的維修次數。

5. Walfire Burner：此種燃燒器特別設計使用在 100% 氫氣條件下且無回火的風險。

6. Variflame Burner：在燃氣的鍋爐中表現出高效率的性能，在氧氣含量 3%的狀態下氮氧化合物的排放量可以低到 20ppm(41mg/Nm³)。

7. SOLEX Burner：此種燃燒器不僅可以達到低於 5ppm 的氮氧化物排放量，還可以在整個操作範圍內無一氧化碳排放。

(四)、爐底燃燒器及爐壁燃燒器簡介：

1. 爐底燃燒器(Hearth Burner LFF-45)設計成燃料氣進料的一種裂解爐燃燒器，用來符合裂解爐的熱量需求及火焰形狀 (flame pattern)。

2. 爐底燃燒器(Hearth Burner LFF-45)有 2 種引入燃燒空氣方式：自然通風或是強制通風。

3. 爐壁燃燒器(Wall Burner LUM-F)的火焰型式為沿著 Burner Tile 以圓形火焰燒至爐膛再輻射至爐管。

4. 爐壁燃燒器(Wall Burner LUM-F)的燃燒為預混式，受到操作與燃料範圍的限制。

(五)、裂解爐燃燒器修改可行性：

四輕組裂解爐爐底燃燒器(Hearth Burner)型式為 LFF-45，而爐壁燃燒器(Wall Burner)型式為 LUM-F，若要將爐底燃燒器(Hearth Burner LFF-45)更改成 Low NO_x 之 PLSFFG-60M 型式燃燒器經評估結果不適合，其原因如下：

1. 原爐底燃燒器與最低一排爐壁燃燒器高度距離只有 4,451mm，若爐底燃燒器更換成 PLSFFG-60M 型式時火焰長度會噴到最低一排爐壁燃燒器，若因此縮短 PLSFFG-60M 燃燒器火焰長度，反而會增加排放的 NO_x 數值。

2. PLSFFG-60M 燃燒器為階段燃料設計，其燃料氣噴嘴的孔徑會比現有 LFF-45 燃燒器噴嘴孔徑小，依據現有燃料氣的組成，可能會造成燃料氣噴嘴容易阻塞的問題。

3. 如果把最低一排爐壁燃燒器拆除，而熱量由新的爐底燃燒器 PLSFFG-60M 來補充，也會因為要釋放較多的熱量火焰噴到第二排的爐壁燃燒器。

另外若將爐底燃燒器由 12 座變更成 16 座，採火力較小的 Low NO_x 燃燒器並進行分散佈置，對於減少 NO_x 是有幫助，不過因為每座燃燒器距離變得更近，會有

火焰重疊的問題，因此還是不建議此種作法。

二、參訪 KUBOTA 公司

(一)、公司簡介：

Kubota 公司總部在東京，生產爐管的工廠主要有 3 處(日本、沙烏地阿拉伯及加拿大)，日本大阪枚方市(Hirakata)工廠負責亞洲及俄羅斯地區爐管的供應，沙烏地阿拉伯工廠負責中東、非洲及歐洲地區爐管的供應，加拿大工廠負責歐洲、北美及南美地區爐管的供應。另外該公司的辦事處、分公司與工廠分佈在歐洲、亞洲、大洋洲、澳洲、北美洲及南美洲等地區。

Kubota 公司由 Gonshiro Kubota 於 1890 年創立，產品有許多種類：農業機械、建築機械、引擎、量測控制系統、球墨鑄鐵管(ductile iron pipes)及爐管製造。爐管製造在石化工業中主要是裂解爐輻射區爐管及重組爐管，其中 MERT 型式的爐管為其較新的產品。

(二)、MERT 爐管的簡介：

MERT 即為 **M**ixing **E**lement **R**adiant **T**ube，此種形式的爐管在一般的裸管內部銲上一條螺旋狀銲道(銲道的角度與尺寸為此種爐管設計的關鍵)，主要有 2 方面的功效：1.Mixing of Fluid-混合內部流體使溫度更均勻的分佈，盡可能地讓管內各處的流體溫度趨近於相同。2.Breaking Boundary Film-邊界處因渦流的帶動使其往管中心流動因而提高熱傳導係數。流動方式則為 Swirl Flow-藉由漩渦式流動讓管內無停滯區域產生，溫度較為平均。總而言之，螺旋狀的銲道讓管內的流體通過時達到擾流的作用，因此達到熱傳導效果的提升，降低管壁的溫度，減緩結焦的速率，增加操作的週期。

MERT 材質組成如下：

Element：43Ni-31Cr-Nb,Si,Ti,Others(KHR45A Mod.)

Tube：43Ni-31Cr-Nb,Si,Ti(KHR45A)、35Ni-25Cr-Nb,Si,Ti(KHR35CT HiSi)

(三)、MERT 爐管的焦炭抑制：

裂解爐爐管主要的焦炭生成為 Pyrolytic Coke 與 Catalytic Coke，MERT 爐管的設計可以有效地減緩前述兩種焦炭的生成。

Pyrolytic Coke 抑制：Pyrolytic Coke 是因為爐管過熱區裂解反應過度而生

成的，藉由 MERT 的 mixing of gas 此效果，避免有過熱的區域產生阻止此種焦炭的生成。

Catalytic Coke 抑制：Catalytic Coke 是因為爐管材質中 Ni, Fe, Co 等成份的催化作用而生成，藉由 MERT 的 breaking boundary film 此效果，提高熱傳導係數來降低管壁的溫度，阻止因催化作用產生焦炭。

(四)、MERT 爐管的性質：

1. 熱傳導係數提升：比起一般的裸管高出 20~50%。
2. 製程流體的混合：有抑制焦炭生成的能力。
3. 壓降增加：為一般裸管 2~3 倍。(此為 MERT 爐管的缺點!)

(五)、MERT 爐管的好處：

1. 爐管表面溫度較低。
2. 減緩結焦。
3. 增加操作週期。
4. 燃料節省。
5. 爐管壽命較長。

(六)、MERT 爐管的發展歷史：

MERT 為 Kubota 公司自 1996 年研發出一種新型式爐管，至今總共有 3 種型式的 MERT(Normal MERT、Slit-MERT、X-MERT)，Slit-MERT 在 2003 年研發出來的，X-MERT 則是在 2008 年研發出來的。Slit-MERT 與 X-MERT 其中的 element 為不連續的狀態，每隔一段距離就須有一段間隙，而 X-MERT 的間隙較 Slit-MERT 多。Slit-MERT 與 X-MERT 的誕生就是要減少壓降，其中 X-MERT 為 Slit-MERT 的進階版可以讓裂解爐內部空間較不足的公司選擇進而達成壓降減少，在熱傳導這一部分 3 種形式的 MERT(Normal MERT、Slit-MERT、X-MERT)皆相同。下列表格為 MERT 與裸管在熱傳導與壓降比較(剖面圖摘錄 Kubota 公司簡報資料)：

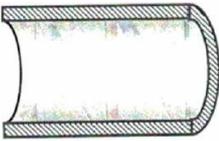
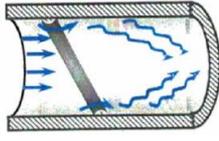
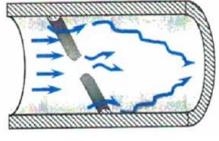
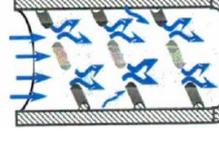
	參考剖面圖	熱傳導	壓降
Bare tube		1.0	1.0
Normal MERT		1.4	3.0
Slit-MERT		1.4	2.4
X-MERT		1.4	2.1

表 1

(七)、MERT 爐管的製造：

MERT 製造過程為先將高鉻-鎳合金熔融，再置入離心製造機內，利用離心力原理鑄造爐管，離心鑄造爐管完成後，利用電漿熔接機(Plasma machine)將 MERT 內部所需要的 Element 依照設定好的角度配合爐管旋轉進行電銲。至於檢查部分僅以目視檢驗確認銲道是否完整。

(八)、MERT 爐管的應用：

截至目前為止 MERT 使用在全球 500 座以上的裂解爐，其中 Normal MERT 約有 280 座、Slit-MERT 約有 194 座、X-MERT 約有 87 座，以裂解爐專利公司來看，無論是 Lummus、Stone & Webster 或 Kellogg 公司都有更換成 MERT 爐管。若以裂解爐的型式來看在 SRT- I & I -1/2、SRT- II、SRT- III、SRT- IV、SRT- V、SRT- VI、Score、Millisecond、U-coil、W-coil 及 Split-U 等都有 MERT 爐管的實績。

(九)、MERT simulation for SRT-VI：

對於未來可能更換成 MERT 爐管的預先準備，請 Kubota 公司針對四輕組 SRT- VI 型式的裂解爐進行了模擬。此次模擬軟體使用 SPYRO® model，目前四輕組操作條件

為 P/E ratio = 0.55(平均)及 COT = 825~832°C，因 Kubota 公司進行模擬時無法同時滿足上述兩個條件，故將 P/E ratio=0.55 及 COT=830°C 分開進行了 4 種

Case 的模擬。Cases of Simulation 如下表所示：

	Simulation Basis	Installation Pass	MERT TYPE
Case-1	P/E ratio=0.55	All Passes	Normal MERT
Case-2		Outlet Pass Only	
Case-3	COT=830°C	All Passes	Slit-MERT
Case-4		Outlet Pass Only	X-MERT

表 2

操作條件如下表所示：

Feed stock	Naphtha
Number of coils/furnace	SRT-VI
Naphtha feed inlet flow/furnace(kg/hr)	29,000
Dilution steam flow/furnace(kg/hr)	14,500
Dilution steam weight ratio	0.50
Coil inlet gas temperature(°C)	630
Coil outlet gas temperature(°C)	830
Coil outlet pressure(kg/cm ² G)	0.9

表 3

Property of Naphtha 如下表所示：

API Gravity(15.6°C)	70.3
Specific Gravity(15.6°C)	0.701
ASTM D-86 Distillation Data	
IBP(°C)	38.3
BP5(°C)	52.3
BP10(°C)	56.8
BP30(°C)	69.8

BP50(°C)	86.0
BP70(°C)	112.3
BP90(°C)	150.3
BP95(°C)	167.2
FBP(°C)	191.5
PINA Analysis(vol%)	
n-paraffins(vol%)	38.64
i-paraffins(vol%)	38.72
Olefins(vol%)	0.14
Naphthenes(vol%)	15.72
Aramatics(vol%)	6.78

表 4

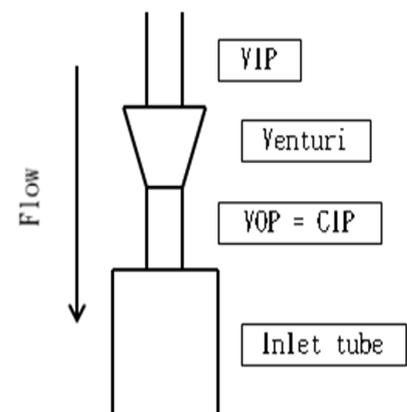
在進行模擬之前必須先設定好操作的臨界點，這邊我們以 TMT(Tube Metal Temperature)及 CIP(Coil inlet pressure)數值為臨界點，其中任一數值先達到預設的目標而所對應到的操作週期即為最長的操作週期。

TMT Limit (°C)	1,100
CIP Limit (kg/cm ² G)	2.15

表 5

由於 CIP 數值並無當初設計數據，故由以下公式計算：

$$\begin{aligned}
 \text{CIP(=VOP)} &= \text{allowable venture pressure ratio at EOR} \times \text{VIP} \\
 &= 0.9 \times (2.5+1.033) \\
 &= \underline{3.18 \text{ (kg/cm}^2\text{A)}} \\
 &= \underline{2.15 \text{ (kg/cm}^2\text{G)}}
 \end{aligned}$$



Case-1 模擬結果如下表所示：

Installation Pass		All Passes	
Simulation Basis		P/E ratio=0.55 => $COT=813(^{\circ}C)$ < <u>P/E ratio 限制下得出COT 數值</u> >	
Criteria		TMT = <u>1,100(^{\circ}C)</u> CIP = <u>3.18 (kg/cm²A)</u>	
	TMT(^{\circ}C)	CIP(kg/cm ² A)	操作週期(days)
Bare Tube	<u>1,100(Limit)</u>	2.53	49
Normal MERT	1,068	<u>3.18(Limit)</u>	61
Slit-MERT	1,089	<u>3.18(Limit)</u>	98
X-MERT	<u>1,100(Limit)</u>	3.13	112

表 6

Case-2 模擬結果如下表所示：

Installation Pass		Outlet Pass Only	
Simulation Basis		P/E ratio=0.55 => $COT=813(^{\circ}C)$ < <u>P/E ratio 限制下得出COT 數值</u> >	
Criteria		TMT = <u>1,100(^{\circ}C)</u> CIP = <u>3.18 (kg/cm²A)</u>	
	TMT(^{\circ}C)	CIP(kg/cm ² A)	操作週期(days)
Bare Tube	<u>1,100(Limit)</u>	2.53	49
Normal MERT	<u>1,100(Limit)</u>	2.93	80
Slit-MERT	<u>1,100(Limit)</u>	2.86	80
X-MERT	<u>1,100(Limit)</u>	2.81	80

表 7

Case-3 模擬結果如下表所示：

Installation Pass		All Passes	
Simulation Basis		COT=830(°C) => <i>P/E ratio</i> =0.45 < COT 限制下得出 <u>P/E ratio 數值</u> >	
Criteria		TMT = <u>1,100(°C)</u> CIP = <u>3.18 (kg/cm²A)</u>	
	TMT(°C)	CIP(kg/cm ² A)	操作週期(days)
Bare Tube	<u>1,100(Limit)</u>	2.53	49
Normal MERT	1,070	<u>3.18(Limit)</u>	64
Slit-MERT	1,088	<u>3.18(Limit)</u>	98
X-MERT	<u>1,100(Limit)</u>	3.11	105

表 8

Case-4 模擬結果如下表所示：

Installation Pass		Outlet Pass Only	
Simulation Basis		COT=830(°C) => <i>P/E ratio</i> =0.45 < COT 限制下得出 <u>P/E ratio 數值</u> >	
Criteria		TMT = <u>1,100(°C)</u> CIP = <u>3.18 (kg/cm²A)</u>	
	TMT(°C)	CIP(kg/cm ² A)	操作週期(days)
Bare Tube	<u>1,100(Limit)</u>	2.53	49
Normal MERT	<u>1,100(Limit)</u>	2.98	87
Slit-MERT	<u>1,100(Limit)</u>	2.88	84
X-MERT	<u>1,100(Limit)</u>	2.83	84

表 9

從以上 4 種 Case 的模擬結果以操作週期(days)做一個彙整比較如下表所示：

Simulation Basis		P/E ratio=0.55(Case-1 & 2)	
	操作週期(days)	difference(days)	

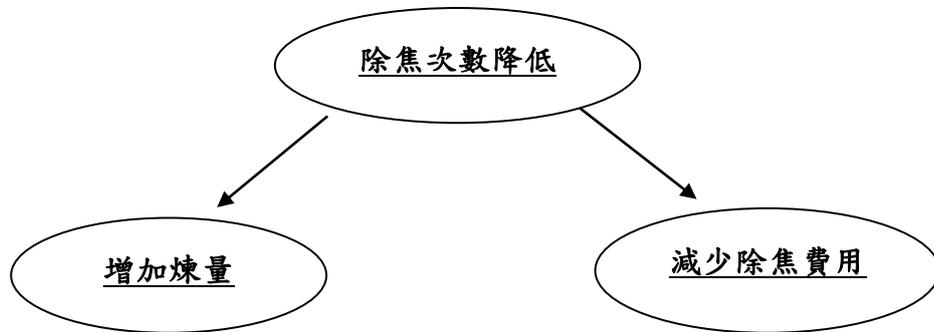
Bare Tube	49		
All Normal MERT	61	+12	
All Slit-MERT	98	+49	為原來操作週期 至少 2 倍
All X-MERT	112	+63	
Outlet Normal MERT	80	+31	為原來操作週期 至少 1.6 倍
Outlet Slit-MERT	80	+31	
Outlet X-MERT	80	+31	
Simulation Basis		COT=830(°C)(Case-3 & 4)	
	操作週期(days)	difference(days)	
Bare Tube	49		
All Normal MERT	64	+15	
All Slit-MERT	98	+49	為原來操作週期 至少 2 倍
All X-MERT	105	+56	
Outlet Normal MERT	87	+38	為原來操作週期 至少 1.7 倍
Outlet Slit-MERT	84	+35	
Outlet X-MERT	84	+35	

表 10

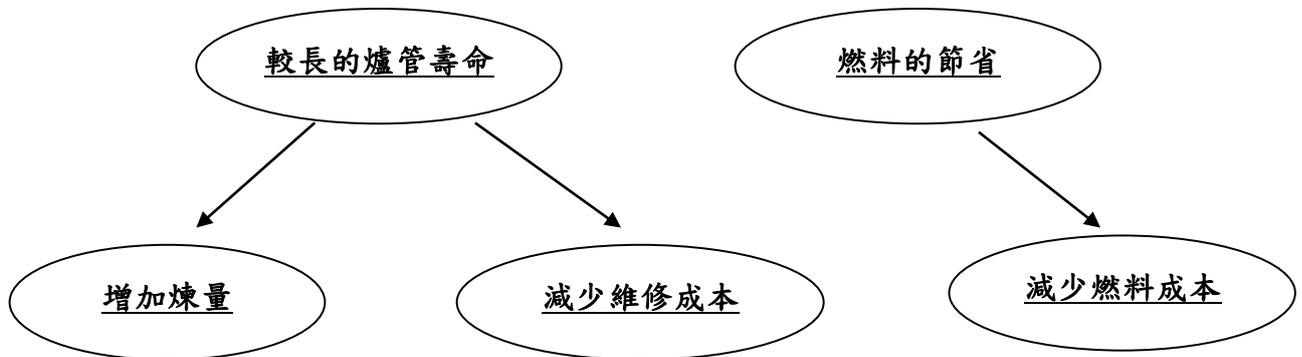
從上述的幾個表格(表 6~表 10)可以歸納出幾個結論：

1. 不管是更換了哪一種型式的 MERT(Normal MERT、Slit-MERT 及 X-MERT)以及爐管是否全部更換操作週期都有增加。
2. 其中更換的 MERT 型式以 X-MERT 增加的操作週期最多。
3. All Pass 的更換以 Normal MERT 的表現來看其操作週期並沒有比只更換 Outlet Pass 好，但在 Slit-MERT 及 X-MERT 的模擬結果 All Pass 都比 Outlet Pass Only 操作時間還要長，於此結果若要進行更換以 All Pass 在 Slit-MERT 及 X-MERT 兩者之中選其一。

從經濟效益的觀點來分析，MERT 可達到較長的操作週期，即代表除焦次數降低。



另外較低的 TMT 可達到較長的爐管壽命與燃料的節省。



(十)、MERT 爐管安裝與檢修：

MERT 與一般爐管的主要差異在於內部增加了螺旋狀的銲道，在 MERT 的銲接上與一般的爐管銲接方法相同，只不過所使用的銲條與一般的不同，需要另外跟 Kubota 公司購買。後續維修將某一段爐管銲上去時，內部的銲道並不一定要完全與舊有的接合，對於爐管性能影響很小。

參、具體成效

本廠四輕組為了增加裂解工場裂解爐的操作週期、降低生產成本並提高乙烯生產量進而提高競爭力，赴日本參訪MERT爐管製造廠家-KUBOTA 公司及燃燒器製造廠商John Zink公司，在未來可能更換成MERT爐管之前可以事先瞭解其製造過程、原理、性質、優缺點、安裝及檢修等各方面的資訊，並針對模擬結果進行分析討論，進而更完整評估修改過程中可能遇到的問題並提早預先規劃。修改案可行性的另一考量點為經濟效益，此次參訪也可以事先瞭解其修改完成後可帶來的效益(增加煉量、減少維修成本及減少燃

料成本)，經過詳細的評估計算後再決定是否執行。在燃燒器部份經過討論得知若將裂解爐底燃燒器(Hearth Burner LFF-45)型式更改成PLSFFG-60M型式，因空間、噴嘴孔徑及爐壁燃燒器(Wall Burner LUM-F)的位置等影響，不適合更改成Low NO_x燃燒器。

肆、心得

此次的參訪讓我們對於設備的變更設計有很深的感觸，每次要進行設備修改時須要非常細心地去評估各個層面所帶來的影響，那怕是一個小地方忽略沒考量到就可能導致整個案子功虧一簣，甚至帶來巨大的損失，而且往往是在工場進行大修期間才能施作的工程，可以說是只許成功不能失敗。對於日後四輕組裂解爐爐管可能會更換成MERT型式請Kubota公司做了一次模擬評估報告，在4種case內操作週期大多數都大幅增加，初步看起來是一個可執行的案子，但是仍有一些疑點需要再澄清，首先就是MERT爐管產生的壓降是否可以接受，不影響到後端操作，這也是MERT系列爐管的缺點。第2點是重量的增加，Normal MERT、Slit-MERT及X-MERT之間的重重量差異並不大，但是相較於bare tube增加了約3%的重量，此增加的部份是否導致原本內部的懸吊系統也要作出相對應的修改才能匹配，是需要再進行釐清。第3點是Case-1與Case-2的模擬將P/E ratio固定為0.55得到COT為813°C，此數值超出COT=825~832°C的操作條件，是否有影響也需要再確認。四輕組裂解爐空間較小且老舊，若要修改前應針對特定的裂解爐再行評估考量，量測更確切的數值來減少誤差提高成功機率。

本次爐管的修改評估，從Kubota公司提出報告未來會交由本公司煉研所再進行確認，後續會有轄區人員與方工課參與，最後由工務單位提出採購，整體而言參與人員的類別與具備的經驗對於案子成功與否有著很大的影響力。業主與廠商所持有的立場是不相同的，此時在一件評估案就開始產生了認知上的差異，於廠商的角度來想，收到多少數據僅以此考量進行評估，其餘沒提到的部份以過去經驗、習慣或是其他公司的做法來參考，而業主則會是希望廠商應做最完整的考量來達成目標，若是一個簡單的案子或許沒什麼大問題，但是一個複雜度高牽涉層面廣的案子後續就會有爭議產生。其實維修單位與現場實際操作同仁的意見是值得參考而且相當重要，他們往往是最了解該設備目前的狀況以及一些獨有的特性，反倒是只以當初建廠的設計文件資料作參考恐怕會有不少疏漏。不管如何要能成功地完成一個修改案都是件不容易的事情，尤其是在既有的眾多條件限制下難度會更高，不同於新建的工場還有其他配合修改更換的空間。

Kubota公司位於大阪的工廠有些廠房雖然相當老舊，但是可以明顯感受到其5S做

的很好，該公司對於保密也做得相當確實，即便是瑕疵或失敗的產品也不能輕易拿取，工廠區也不容許拍照，尤其現在科技發達，工廠內任何一項事物都是公司的資產，若是被競爭對手取得關鍵的資訊，無形中就造成公司龐大的損害，這讓我們深刻體驗到他們做事謹慎的態度。在品管的部分，爐管製造過程中每批次皆會取其試片透過輸送系統快速送進分析室進行檢驗，確保產品品質。

參訪Kubota公司大阪枚方市(Hirakata)工廠期間，人員於廠區中行走遇到路口先是停下來然後確認左右無車輛再行前進，即便前方視野廣闊可以清楚確認無來車仍是依照標準程序執行，此種精神或者也可以說是一種習慣是值得我們仿效。若能確實把一些SOP內化成自然，相信必能減少許多意外事故的發生。

伍、建議

John Zink Hamworthy Combustion (JZHC)設立John Zink InstituteSM提供許多有關Burner與Flare的訓練課程，對於設計、操作及維修人員在Burner與Flare的領域上能獲得更多知識，相信在實務的運用上會有許多的助益，此部份值得公司派員前往參加訓練。